

## Optical switch

Patent Number: DE3716836  
 Publication date: 1988-12-01  
 Inventor(s): PAULUKAT FRANK DIPL ING (DE)  
 Applicant(s): TELEFONBAU & NORMALZEIT GMBH (DE)  
 Requested Patent: DE3716836  
 Application Number: DE19873716836 19870520  
 Priority Number(s): DE19873716836 19870520  
 IPC Classification: G02B6/24; H01L41/08  
 EC Classification: G02B6/35D; G02B6/26C  
 Equivalents:

### Abstract

The invention describes a switch for optical waveguides, which is designed to be particularly small and simple. Starting from the known switches, the switch position is achieved through the change of state of one or more piezoelectric bodies which change the local characteristic of the light wave to be transmitted. The invention is preferably carried out by applying the etching procedures known per se. By integrating microelectronic circuits into the piezoelectric body, the micromechanical circuits can be simplified even further.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Description

Die Erfindung betrifft einen optischen Schalter für Lichtwellenleiter. Derartige Schalter werden insbesondere bei lokalen Netzen (LAN) benötigt, die in Lichtwellenleitertechnik ausgeführt sind. Die in den Lichtwellenleitern übertragenen Datenströme müssen von einer empfangenden Glasfaser entweder umgeschaltet werden können oder der Empfang des Datenstroms durch eine zweite Glasfaser, der von einer ersten Glasfaser ausgeht, muss unterbrochen werden können. Hierbei wird sowohl eine hohe Zuverlässigkeit bei geringen räumlichen Abmessungen, sowie eine grosse Anzahl von erfolgreichen Schaltvorgängen gefordert.

Aus der Zeitschrift "Messen, Prüfen, Automatisieren", 1986, Seiten 403 und 404 ist ein Lichtwellenleiter-Schalter bekannt, bei dem mit Hilfe eines elektromechanischen Relais die Lage eines Lichtwellenleiters gegenüber einem zweiten Lichtwellenleiter derart versetzt werden kann, dass in einem ersten Zustand die beiden Lichtwellenleiter miteinander fluchten, während in einem zweiten Zustand die Übertragung einer Lichtwelle zwischen den Leitern nicht möglich ist.

Aus der Zeitschrift "Elektronik", 1980, Seite 55 ist es im Zusammenhang mit Fig. 4 bekannt, einen Schalter für einen Lichtwellenleiter vorzusehen, bei dem die einlaufende Faser in ihrer Lage durch eine Schaltkraft verändert wird. Die vorliegende Erfindung geht daher aus von einem Schalter, wie er in dem Gattungsbegriff des Hauptanspruchs dargelegt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Schalter der genannten Art darzustellen, welcher ohne Spulenwicklungen eines elektromagnetischen Relais auskommt und hierdurch die stöempfindlichen elektromagnetischen Felder vermeidet. Der erfinderische Schalter soll darüber hinaus mit besonders kleinen räumlichen Abmessungen aufbaubar sein, so dass eine Vielzahl gleichartiger Schalter mit geringem Platzbedarf nebeneinander angeordnet werden können.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Merkmalskombination, wie sie in dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs angegeben ist. Durch die beschriebene Massnahme wird der zur Befestigung der Glasfaser dienende Körper auch zur Lageänderung der Glasfaser mit ausgenutzt, wobei dieser Körper unmittelbar und ohne Zwischenschaltung weiterer mechanischer Einzelteile an der Glasfaser angreift.

Die Verwendung eines piezomechanischen Materials erlaubt weiterhin Keramiken oder Quarze mit Piezoeffekt zu verwenden, die weiterhin den Vorteil haben, dass sie einer mechanischen Bearbeitung durch Ätzprozesse zugänglich sind. Hierdurch lassen sich Strukturen mit geringen räumlichen Abmessungen erzeugen. Das verwendete Material

erlaubt aber weiterhin auch noch die Integration zur Auswertung oder Verstärkung empfangener Signale dienende elektronische Schaltungen in den an der Glasfaser angreifenden Körper.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung empfiehlt sich eine Ausgestaltung, wie sie im Anspruch 2 beschrieben ist. Hierbei wird die Glasfaser senkrecht zur Ausdehnungsrichtung des Piezokörpers montiert, so dass nur geringe Längenänderungen des Piezokörpers genügen, um von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand zu gelangen. Die benötigten Längenänderungen hängen ab von der Art, der verwendeten Glasfaser. Während bei Monomodefasern der Kerndurchmesser ungefähr 8 bis 10  $\mu\text{m}$  beträgt (Folddurchmesser ungefähr = 10  $\mu\text{m}$ ), beträgt der Kerndurchmesser bei einer Multimodefaser (d. h. Gradientenfaser) etwa 50  $\mu\text{m}$ , so dass der Folddurchmesser über 50  $\mu\text{m}$  liegt.

Ein besonders einfacher Aufbau ergibt sich nach der in Anspruch 3 aufgeführten Merkmalskombination, wobei die erste Faser gegenüber einer zweiten ortsfesten Faser in Längsrichtung des Piezokörpers um einen Betrag bewegt werden muss, der über dem grösseren Folddurchmesser der beiden gegenüberliegenden Glasfasern liegt.

Sollen die beiden gegenüberliegenden Glasfasern eine besonders grosse Strecke relativ zueinander versetzt werden können, so empfiehlt sich eine Ausgestaltung nach Anspruch 4, bei der die beiden Fasern zueinander gegenläufig seitlich versetzt werden. Bei der Verwendung hinreichend grosser Spannungen können hier Relativverschiebungen erreicht werden, die über dem Manteldurchmesser der Glasfaser (125  $\mu\text{m}$ ) liegen. Die genannte Konstruktion ist aber auch verwendbar, wenn an die Piezokörper entsprechend geringe elektrische Spannungen angelegt werden sollen.

Die erfindungsgemässe Anordnung ist aber auch für die Verwendung bei Umschaltern der eingangs genannten Art anwendbar, zumal wenn man eine Ausgestaltung nach Anspruch 5 anwendet. Ein derartiger Umschalter ist auch dann noch gegeben, wenn man auf die dritte Glasfaser verzichtet. Anstelle der vierten Glasfaser kann auch ein anderer Empfänger, wie beispielsweise eine Diode oder ein Fototransistor angeordnet sein.

Das wahlweise aus Quarz oder Keramik bestehende Material des Piezokörpers lässt es zu, die für die geringfügigen Abmessungen der Glasfasern notwendigen Befestigungsstellen mittels der an sich bekannten Ätztechnik herzustellen, wie sie auch beispielsweise bei der Fertigung mikroelektronischer Bauelemente, wie beispielsweise IC's und ähnliches angewendet wird. Im Rahmen dieser Massnahme empfiehlt sich die Anwendung der im Anspruch 6 beschriebenen Merkmale, gemäss denen die Glasfasern durch entsprechende Befestigungslöcher in den Piezokörper, bzw. den Grundkörper geführt und dann durch Klebstoff arretiert werden.

Die Erfindung schafft weiterhin gemäss Anspruch 7 die Möglichkeit, den Strahlengang anstelle aus der ersten Glasfaser aus dem Umkehrspiegel heraustreten zu lassen, der räumlich gesehen an der Stelle des sendenden Endes der ersten Glasfaser angeordnet wird. In diesem Falle ist es möglich, die Glasfaser parallel zu dem Piezokörper ortsfest anzuordnen und den Strahlengang aus der Glasfaser durch den am Ende des Piezokörpers angeordneten Umlenkspiegel um 90 DEG abzulenken, so dass der Übertragungsweg des zu übertragenden Strahles um 90 DEG geknickt ist. Eine derartige Anordnung kann in vielen Fällen zu einer Raumersparnis führen.

Eine weitere Lösung gemäss der Erfindung kann darin bestehen, dass anstelle einer Parallelverschiebung der ersten Glasfaser oder der ersten und der zweiten Glasfaser die Biegefähigkeit der ersten Glasfaser ausgenutzt wird und dass das freie Ende dieser Faser durch ein Ausbiegen des Piezokörpers in geeigneter Weise ausgelenkt wird. Nähere Einzelheiten hierzu beschreibt Anspruch 8. Zur grösseren Raumersparnis empfiehlt sich dabei eine ortsfeste Lagerung gemäss Anspruch 9, die im übrigen auch bei einer Anordnung gemäss Anspruch 7 zweckmässig genutzt werden kann.

Eine Erleichterung in der Ausrichtung der Glasfaser bietet die Merkmalskombination nach Anspruch 10. Es kann aber zusätzlich auch noch die zweite Lage der Glasfaser durch einen entsprechenden zweiten Anschlag vorgegeben werden. Zur besseren Führung der Glasfaser durch den Piezokörper empfiehlt sich eine Ausgestaltung nach Anspruch 11.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Darin zeigt

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung einen Umschalter,

Fig. 2 den Umschalter nach Fig. 1 in geschnittener Seitendarstellung,

Fig. 3 und Fig. 4 die Darstellung eines Schalters mit zwei Piezokristallen, bei dem die beiden Glasfasern in gegenläufiger Richtung bewegt werden,

Fig. 5 und Fig. 6 in Seitenansicht und Draufsicht, die Verwendung eines Umlenkspiegels bei einem zum Teil geschnitten dargestellten Umschalter, und

Fig. 7 und Fig. 8 in teilweise abgebrochener und geschnittener Darstellung, die Verwendung eines sich biegenden Piezokörpers in einem Umschalter.

Fig. 1 zeigt einen Grundkörper 2, welcher zwei Öffnungen besitzt, durch welche die Enden 15 und 21 zweier Glasfasern 6 und 7 ragen. Am oberen Ende des winkelförmigen Grundkörpers 2 ist in geeigneter Weise ein Piezokörper 1 befestigt, der auf seiner Unterseite und Oberseite je einen elektrischen Anschluss in Form einer Elektrode 3 trägt. Die Elektroden 3 sind über Zuleitungen mit der Spannung 8 verbunden. Am freien Ende 13 des Piezokörpers 1 befindet sich ein Durchgangsloch, durch welches das Ende 11 einer ersten Glasfaser ragt. Zur Erzielung eines guten Übergangswiderstandes für den von der ersten Glasfaser 5 auf die zweite Glasfaser 6 zu übertragenden Strahlengang sollte der Abstand zwischen den parallelen Stirnflächen der beiden Glasfasern möglichst gering sein. Die Glasfasern sind in den sie tragenden Durchgangslöchern durch Klebstoff 10 (siehe Fig. 2) arretiert. Fig. 1 zeigt in ausgezogener Darstellung den Zustand des Schalters beim Anlegen einer ersten Spannung 8 an die Elektroden 3. Wird nun eine zweite Spannung 8 an diese Elektroden angelegt, so ergibt sich der gestrichelt dargestellte zweite Zustand, in dem die erste Glasfaser 5 sich in Richtung des Pfeiles 9 bewegt, da unter der neuen Spannung sich der Piezokörper 1 in seiner Längsrichtung ausdehnt. In dem neuen zweiten Zustand liegt die erste Glasfaser 5 unmittelbar über der Stirnfläche am Ende 21 der dritten Glasfaser 7 in Fig. 1, so dass der Strahlenübergang jetzt von der sendenden Glasfaser 5 zur empfangenden Glasfaser 7 geht. Selbstverständlich können die Strahlungsrichtungen im Rahmen der Erfindung ohne weiteres umgekehrt werden, indem beispielsweise die Glasfasern 6 oder 7 senden und die gesendeten Strahlen von der Glasfaser 5 empfangen werden.

Da der Piezokörper aus Quarz oder Keramik besteht, ist er einer Bearbeitung durch Ätzzvorgänge zugänglich. So können beispielsweise in Fig. 1 nicht sichtbare Erhebungen, Nuten, Ausnehmungen und ähnliches zur Justierung der Befestigung des Endes 14 des Piezokörpers an dem Grundkörper 2 oder das Durchgangsloch zur Halterung der Glasfaser 5 am freien beweglichen Ende 13 durch Ätzzvorgänge gewonnen werden. Entsprechendes ist auch möglich für den Grundkörper 2, woweit ein geeignetes Material gewählt wird. Es ist aber auch möglich, parallel zu der ersten Glasfaser 5 eine dritte Glasfaser 20 anzuordnen, so dass die Glasfasern 5 und 6 bzw. 20 und 7 einander gegenüberliegen. In diesem Falle stellt die in Fig. 1 und 2 gestrichelt dargestellte Glasfaser 20 nicht die Lage der Glasfaser 5 im zweiten Zustand dar, sondern eine zur Glasfaser 5 parallel angeordnete dritte Glasfaser 20 wobei nur der erste Zustand des Schalters dargestellt ist. Im zweiten ausgelenkten Zustand wandert dann die Glasfaser 5 über die vierte Glasfaser 7, während dann die Glasfasern 6 und 20 keine gegenüberliegenden Fasern besitzen.

In den Fig. 3 und 4 ist dargestellt, wie die zweite Glasfaser 6 nicht in dem Grundkörper 2 ortsfest angeordnet ist, sondern analog zur Glasfaser 5 ebenfalls in einem Piezokörper. Dieser zweite Piezokörper 18 ist entsprechend dem Piezokörper 1 aufgebaut. Die von den Glasfasern abgewandten Enden der Piezokörper sind jeweils mit einem Grundkörper 20 ortsfest verbunden. Bei dem Übergang von dem ersten Schaltzustand in den zweiten Schaltzustand bewegen sich nun beide Glasfasern 5 und 6 aber in der gegenläufigen Richtung des Pfeiles 9. Nimmt man an, dass der Aufbau der Piezokörper und die Richtung der angelegten Spannungen so gewählt ist, dass der Schalter in seinem ersten Schaltzustand die in Fig. 3 gezeigte Lage einnimmt, so ist in Fig. 4 der zweite Schaltzustand dargestellt, bei dem durch Wahl entsprechender Spannungen die erste Glasfaser 5 nach rechts und die zweite Glasfaser 6 nach links ausgewandert sind. Eine derartige Ausgestaltung hat mehrere Vorteile. Zum einen ist der gleichartige Aufbau der beiden Piezokörper sehr gut für Serienfertigung geeignet. Das gleiche gilt für die Befestigung an dem Grundkörper und die Ausgestaltung der Lager für die Glasfasern 5 und 6. Zum anderen lassen sich sehr viel grössere Relativbewegungen der beiden Glasfasern zueinander erreichen, oder anders ausgedrückt zur Erzielung der gleichen Relativbewegung braucht man erheblich geringere Spannungen. Selbstverständlich können die beiden Grundkörper 20 zu einem gemeinsamen einstückigen Grundkörper vereint sein.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine andere Abwandlung des erfindungsgemässen Schalters. Gegenüber Fig. 2 besteht hinsichtlich der Anordnung der Lichtwellenleiter im Grundkörper 2 nur der Unterschied, dass neben der in beiden Figuren vorhandenen Glasfaser 6 statt der Glasfaser 7 ein Bauelement 34 gezeichnet wurde, welches als Lichtsender oder Lichtempfänger dienen kann. Da aber die Glasfasern ebenfalls als Lichtempfänger und Lichtsender wirken können, macht diese Änderung für das erfinderische Prinzip keinen Unterschied.

Die von der zweiten Glasfaser 6 empfangenen Strahlen werden von der ersten Glasfaser 25 ausgesendet, von wo sie über einen Umlenkspiegel 23 die Glasfaser 6 erreichen. Der Weg der Strahlung verläuft im ersten Schaltzustand über die ortsfest mit dem Grundkörper 2 verbundene erste Glasfaser 25 in waagerechter Richtung zu dem Umkehrspiegel 23 und von dort in senkrechter Richtung zu der zweiten Glasfaser 6. Die ortsfeste Lagerung der ersten Glasfaser 25 durch Verkleben in einer Nut des Grundkörpers 2 ist aus Fig. 6 zu entnehmen. Mit dem Grundkörper sind weiterhin die beiden Schenkel des gabelförmigen Piezokörpers 1a ortsfest verbunden, an dessen geschlossenem Ende mit einem Neigungswinkel von etwa 45 DEG der Umlenkspiegel 23 angebracht ist.

Während in dem ersten Zustand der ausgezogen dargestellte Umlenkspiegel den Strahlengang auf die Stirnfläche der Glasfaser 6 wirft, ist in dem zweiten Schaltzustand der Umlenkspiegel nach rechts ausgewandert (schraffierte Darstellung), in der der Strahlengang auf den Sender/ Empfänger 34 gelenkt wird. Diese Bewegung des Umlenkspiegels geschieht wiederum durch die Längenausdehnung des Piezokörpers 1a infolge entsprechender an diesen Körper angelegter Spannungen, wobei hier allerdings die Elektroden und Zuführungsleitungen der Spannungen in Fig. 5 und 6 nicht dargestellt sind.

Die Fig. 7 und 8 zeigen eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der in einem Grundkörper 21 nicht nur die erste Glasfaser 5 sondern auch die Glasfasern 6 und 7 in geeigneter Weise befestigt sind. Mit dem Grundkörper 21 ist

das ortsfeste Ende 33 des Piezokörpers 35 verbunden, zu dem, wie in Fig. 7 angedeutet, die Spannung 8 führt. Der Piezokörper 35 ist nun derart ausgestaltet, dass er sich beim Anlegen einer geeigneten Spannung verbiegt, wodurch sich sein freies Ende 36 nach oben krümmt und die Lage des Endes 27 der Glasfaser 5 entsprechend ändert. Während im Fig. 7 dargestellten ersten Zustand das Ende 27 der Glasfaser 5 dem Ende der Glasfaser 6 gegenüberliegt, liegt dieses Ende im zweiten Schaltzustand (siehe Fig. 8) dem Ende der Glasfaser 7 gegenüber. Um bei der Bewegung des freien Endes 36 des Piezokörpers 35 in Richtung des Pfeiles 9 die Oberfläche der Glasfaser möglichst wenig zu beschädigen, ruht diese in einer gabelförmigen Führung 39, welche senkrecht zu dem Ende 36 angeordnet ist.

Es empfiehlt sich, die Glasfasern 6 und 7 zueinander derart geneigt in dem Grundkörper 21 zu verankern, so dass ihre Stirnfläche jeweils senkrecht zu der Stirnfläche der ersten Glasfaser 5 in deren ersten bzw. zweiten Schaltzustand steht. Durch die Parallelstellung der jeweiligen Stirnfläche wird die Übertragungsdämpfung geringer gehalten.

Soweit der Keramikkörper 1 aus Quarz besteht, lassen sich in ihm gleichzeitig noch mikroelektronische Schaltungen in Form von Verstärkern oder Regelschaltkreisen integrieren. So kann beispielsweise ein derartiger Mikroschaltkreis als optisches Dämpfungsglied wirken, mit dem die Stärke der empfangenen Lichtstrahlung auf einen konstanten Pegel eingeregelt wird. Dies kann beispielsweise dann zweckmässig sein, wenn mehrere erste Glasfasern zueinander parallel liegen und mit dem gleichen Strahlungspegel strahlen sollen. Dies kann beispielsweise gegeben sein, wenn in einem Lichtleiternetz ein bestimmter Strahlungspegel vorgesehen ist, oder wenn die im Laufe der Zeit sinkende Empfindlichkeit der Empfangsdioden durch eine Anhebung des Verstärkungspegels ausgeglichen werden soll. Eine andere Aufgabe einer derartigen Regelschaltung kann darin bestehen, die der Piezoschaltung zugeführte Spannung 8 derart auszuregeln, dass zwei Glasfasern jeweils in optimaler Weise einander gegenüberstehen.

Ebenfalls im Rahmen der Erfindung liegt es, den Piezokörper mit dem Grundkörper einstückig zu vereinen. Durch die angewendete Ätztechnik lassen sich komplizierte geometrische Konfigurationen ohne grössere Schwierigkeiten herstellen.

Die grössere Ausdehnungsfähigkeit von Piezokeramik lässt auch grössere Auslenkungen der Glasfasern gegeneinander zu, so dass dieses Material besonders für Umschalter geeignet ist, bei denen der Mittelpunktsabstand der beiden zueinander parallelen Lichtleiter 6 und 7 mindestens 125  $\mu\text{m}$  beträgt (Manteldurchmesser eines Lichtleiters). Soll dieser Abstand verringert werden, so ist zumindest ein Teil des Mantels zu entfernen.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Claims

1. Schalter für einen, in einer ersten Glasfaser (5) geführten Lichtstrahl, bei dem das Ende (11) der ersten Glasfaser (5) von einer ersten Lage (12), in der der austretende Lichtstrahl in eine zweite Glasfaser (6) übertritt (erster Schaltzustand), in eine zweite Lage (4) mittels einer mechanischen Kraft ausgelenkt wird, in der der austretende Lichtstrahl in die zweite Glasfaser (6) nicht mehr eintreten kann (zweiter Schaltzustand), dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Kraft durch eine piezo-elektrische Kraft gebildet ist.
2. Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ende (11) der ersten Glasfaser (5) an dem freien Ende (13) eines in seiner Längsrichtung ausdehnbaren piezo-elektrischen Körpers (1) befestigt ist, und senkrecht zu diesem Körper steht, während das andere Ende (14) des Piezokörpers ortsfest eingespannt ist, dass der mit elektrischen Anschlüssen (3) versehene Piezokörper beim Anlegen einer ersten elektrischen Spannung (8) an die Anschlüsse (3) das Glasfaserende (11) der ersten Glasfaser (5) in der ersten Lage (12) und beim Anlegen einer zweiten elektrischen Spannung (8) in der zweiten Lage (4) hält (Fig. 1, Fig. 2).
3. Schalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) ortsfest und mit dem Ende (11) der ersten Glasfaser (5) in deren erster Lage (12) fluchtend angebracht ist (Fig. 1, Fig. 2).
4. Schalter nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) symmetrisch zu dem Ende (11) der ersten Glasfaser (5) an dem freien Ende (17) eines zweiten Piezokörpers (18) angeordnet ist, und dass die jeweiligen elektrischen Anschlüsse (3) der beiden Piezokörper (1, 18) mit entgegengesetzten Spannungen derart beaufschlagt werden, dass beim Übergang der beiden Enden (13, 17) der beiden Glasfasern (1, 18) von der einen Lage (z. B. 4) in die andere (z. B. 12) beide Enden (13, 17) der Piezokörper (1, 18) sich in entgegengesetzter Richtung (9) bewegen (Fig. 3, Fig. 4).
5. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum Ende (11) der ersten Glasfaser (5) das Ende (19) einer dritten Glasfaser (20) und parallel zum Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) das Ende (21) einer vierten Glasfaser (7) derart angeordnet sind, dass in der ersten Lage das Ende (11) der ersten Glasfaser (5) mit dem Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) und in der zweiten Lage das Ende (11) der ersten Glasfaser

(5) mit dem Ende (21) der vierten Glasfaser (7) fluchtet (Umschalter Fig. 2).

6. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Enden (11, 15, 19, 21) der Glasfasern (5, 6, 7, 20) zur Befestigung in dem Piezokörper (1) bzw. einem ortsfesten Grundkörper (2) durch ein der Querschnittsfläche der jeweiligen Glasfaser (11, 15, 19, 21) entsprechendes Loch in dem jeweiligen Körper (z. B. 1, 2) ragt und dort mittels eines Klebstoffs (10) arretiert ist.

7. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass anstelle zumindest einer der Enden (11, 19, 15, 21) der Glasfasern (5, 6, 7, 20) ein im wesentlichen 45 DEG geneigter Umkehrspiegel (23) angeordnet (an 24 in Fig. 6, Fig. 7) ist, und das Ende (24) der zugehörigen Glasfaser (25) derart zur Spiegelfläche geneigt und ortsfest angeordnet ist, dass der aus dem Spiegel (23) austretende Strahlengang dem austretenden Strahlengang bei der Anordnung ohne Umkehrspiegel entspricht (Fig. 5, Fig. 6).

8. Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das freie Ende (36) eines sich unter elektrischer Spannung (8) verbiegenden und am anderen Ende ortsfest eingespannten Piezokörpers (35) am freien Ende (27) einer in ihrem rückwärtigen Teil ortsfest eingespannten ersten Glasfaser (5) angreift, wobei durch Anlegen einer geeigneten Spannung an den Piezokörper (35) dieser durch seine sich ändernde Krümmung die erste Glasfaser (5) von der ersten (Fig. 6) in die zweite Lage (Fig. 7) bringt (Fig. 6, Fig. 7).

9. Schalter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ortsfeste Lagerungen (32, 33) des Piezokörpers (35) und der ersten Glasfaser (5) nahe beieinanderliegen und ihre freien Enden (27, 36) im wesentlichen zueinander parallel verlaufen (Fig. 6, Fig. 7).

10. Schalter nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das freie Ende (27) der ersten Glasfaser (5) in ihrer ersten Lage (Fig. 6) aufgrund ihrer Biegespannung sich gegen einen ortsfesten, die Ausrichtung des Endes justierenden Anschlag (3) legt (Fig. 6).

11. Schalter nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das freie Ende (36) des Piezokörpers (35) einen sich im wesentlichen senkrecht zu diesem erstreckenden gabelförmigen Ansatz (39) besitzt, welcher das Ende (27) der ersten Glasfaser (5) von der einen in die andere Lage führt (Fig. 6, Fig. 7).

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 37 16 836 A 1**

⑤① Int. Cl. 4:  
**G 02 B 6/24**  
H 01 L 41/08

⑳ Aktenzeichen: P 37 16 836.3  
㉔ Anmeldetag: 20. 5. 87  
㉕ Offenlegungstag: 1. 12. 88

Behördenstempel

DE 37 16 836 A 1

㉚ Anmelder:

Telefonbau und Normalzeit GmbH, 6000 Frankfurt,  
DE

㉚ Erfinder:

Paulukat, Frank, Dipl.-Ing., 6272 Niedernhausen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥4 Optischer Schalter

Die Erfindung beschreibt einen Schalter für Lichtwellenleiter, der besonders klein und einfach ausgeführt ist. Ausgehend von den bekannten Schaltern wird die Schaltung durch die Zustandsänderung eines oder mehrerer Piezo-Körper erreicht, die den örtlichen Verlauf der zu übertragenden Lichtwelle ändern. Die Erfindung wird vorzugsweise durch Anwenden der an sich bekannten ätztechnischen Verfahren durchgeführt. Durch Integration mikroelektronischer Schaltungen in den Piezo-Körper können die mikromechanischen Schaltungen noch weiter vereinfacht werden.

DE 37 16 836 A 1

1. Schalter für einen, in einer ersten Glasfaser (5) geführten Lichtstrahl, bei dem das Ende (11) der ersten Glasfaser (5) von einer ersten Lage (12), in der der austretende Lichtstrahl in eine zweite Glasfaser (6) übertritt (erster Schaltzustand), in eine zweite Lage (4) mittels einer mechanischen Kraft ausgelenkt wird, in der der austretende Lichtstrahl in die zweite Glasfaser (6) nicht mehr eintreten kann (zweiter Schaltzustand), **dadurch gekennzeichnet**, daß die mechanische Kraft durch eine piezo-elektrische Kraft gebildet ist.
2. Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ende (11) der ersten Glasfaser (5) an dem freien Ende (13) eines in seiner Längsrichtung ausdehnbaren piezo-elektrischen Körpers (1) befestigt ist, und senkrecht zu diesem Körper steht, während das andere Ende (14) des Piezokörpers ortsfest eingespannt ist, daß der mit elektrischen Anschlüssen (3) versehene Piezokörper beim Anlegen einer ersten elektrischen Spannung (8) an die Anschlüsse (3) das Glasfaserende (11) der ersten Glasfaser (5) in der ersten Lage (12) und beim Anlegen einer zweiten elektrischen Spannung (8) in der zweiten Lage (4) hält (Fig. 1, Fig. 2).
3. Schalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) ortsfest und mit dem Ende (11) der ersten Glasfaser (5) in deren erster Lage (12) fluchtend angebracht ist (Fig. 1, Fig. 2).
4. Schalter nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) symmetrisch zu dem Ende (11) der ersten Glasfaser (5) an dem freien Ende (17) eines zweiten Piezokörpers (18) angeordnet ist, und daß die jeweiligen elektrischen Anschlüsse (3) der beiden Piezokörper (1, 18) mit entgegengesetzten Spannungen derart beaufschlagt werden, daß beim Übergang der beiden Enden (13, 17) der beiden Glasfasern (1, 18) von der einen Lage (z. B. 4) in die andere (z. B. 12) beide Enden (13, 17) der Piezokörper (1, 18) sich in entgegengesetzter Richtung (9) bewegen (Fig. 3, Fig. 4).
5. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zum Ende (11) der ersten Glasfaser (5) das Ende (19) einer dritten Glasfaser (20) und parallel zum Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) das Ende (21) einer vierten Glasfaser (7) derart angeordnet sind, daß in der ersten Lage das Ende (11) der ersten Glasfaser (5) mit dem Ende (15) der zweiten Glasfaser (6) und in der zweiten Lage das Ende (11) der ersten Glasfaser (5) mit dem Ende (21) der vierten Glasfaser (7) fluchtet (Umschalter Fig. 2).
6. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eines der Enden (11, 15, 19, 21) der Glasfasern (5, 6, 7, 20) zur Befestigung in dem Piezokörper (1) bzw. einem ortsfesten Grundkörper (2) durch ein der Querschnittsfläche der jeweiligen Glasfaser (11, 15, 19, 21) entsprechendes Loch in dem jeweiligen Körper (z. B. 1, 2) ragt und dort mittels eines Klebstoffs (10) arretiert ist.
7. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle zumindest einer der Enden (11, 19, 15, 21) der Glasfasern (5, 6, 7, 20) ein im wesentlichen 45° geneigter Umkehrspiegel

(23) angeordnet (an 24 in Fig. 6, Fig. 7) ist, und das Ende (24) der zugehörigen Glasfaser (25) derart zur Spiegelfläche geneigt und ortsfest angeordnet ist, daß der aus dem Spiegel (23) austretende Strahlengang dem austretenden Strahlengang bei der Anordnung ohne Umkehrspiegel entspricht (Fig. 5, Fig. 6).

8. Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das freie Ende (36) eines sich unter elektrischer Spannung (8) verbiegenden und am anderen Ende ortsfest eingespannten Piezokörpers (35) am freien Ende (27) einer in ihrem rückwärtigen Teil ortsfest eingespannten ersten Glasfaser (5) angreift, wobei durch Anlegen einer geeigneten Spannung an den Piezokörper (35) dieser durch seine sich ändernde Krümmung die erste Glasfaser (5) von der ersten (Fig. 6) in die zweite Lage (Fig. 7) bringt (Fig. 6, Fig. 7).

9. Schalter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die ortsfeste Lagerungen (32, 33) des Piezokörpers (35) und der ersten Glasfaser (5) nahe beieinanderliegen und ihre freien Enden (27, 36) im wesentlichen zueinander parallel verlaufen (Fig. 6, Fig. 7).

10. Schalter nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das freie Ende (27) der ersten Glasfaser (5) in ihrer ersten Lage (Fig. 6) aufgrund ihrer Biegespannung sich gegen einen ortsfesten, die Ausrichtung des Endes justierenden Anschlag (3) legt (Fig. 6).

11. Schalter nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das freie Ende (36) des Piezokörpers (35) einen sich im wesentlichen senkrecht zu diesem erstreckenden gabelförmigen Ansatz (39) besitzt, welcher das Ende (27) der ersten Glasfaser (5) von der einen in die andere Lage führt (Fig. 6, Fig. 7).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen optischen Schalter für Lichtwellenleiter. Derartige Schalter werden insbesondere bei lokalen Netzen (LAN) benötigt, die in Lichtwellenleitertechnik ausgeführt sind. Die in den Lichtwellenleitern übertragenen Datenströme müssen von einer empfangenden Glasfaser entweder umgeschaltet werden können oder der Empfang des Datenstroms durch eine zweite Glasfaser, der von einer ersten Glasfaser ausgeht, muß unterbrochen werden können. Hierbei wird sowohl eine hohe Zuverlässigkeit bei geringen räumlichen Abmessungen, sowie eine große Anzahl von erfolgreichen Schaltvorgängen gefordert.

Aus der Zeitschrift "Messen, Prüfen, Automatisieren", 1986, Seiten 403 und 404 ist ein Lichtwellenleiter-Schalter bekannt, bei dem mit Hilfe eines elektromechanischen Relais die Lage eines Lichtwellenleiters gegenüber einem zweiten Lichtwellenleiter derart versetzt werden kann, daß in einem ersten Zustand die beiden Lichtwellenleiter miteinander fluchten, während in einem zweiten Zustand die Übertragung einer Lichtwelle zwischen den Leitern nicht möglich ist.

Aus der Zeitschrift "Elektronik", 1980, Seite 55 ist es im Zusammenhang mit Fig. 4 bekannt, einen Schalter für einen Lichtwellenleiter vorzusehen, bei dem die einlaufende Faser in ihrer Lage durch eine Schaltkraft verändert wird. Die vorliegende Erfindung geht daher aus von einem Schalter, wie er in dem Gattungsbegriff des Hauptanspruchs dargelegt ist.



Aufgabe der Erfindung ist es, einen Schalter der genannten Art darzustellen, welcher ohne Spulenwicklungen eines elektromagnetischen Relais auskommt und hierdurch die stöempfindlichen elektromagnetischen Felder vermeidet. Der erfinderische Schalter soll darüber hinaus mit besonders kleinen räumlichen Abmessungen aufbaubar sein, so daß eine Vielzahl gleichartiger Schalter mit geringem Platzbedarf nebeneinander angeordnet werden können.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Merkmalskombination, wie sie in dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs angegeben ist. Durch die beschriebene Maßnahme wird der zur Befestigung der Glasfaser dienende Körper auch zur Lageänderung der Glasfaser mit ausgenutzt, wobei dieser Körper unmittelbar und ohne Zwischenschaltung weiterer mechanischer Einzelteile an der Glasfaser angreift.

Die Verwendung eines piezomechanischen Materials erlaubt weiterhin Keramiken oder Quarze mit Piezoeffekt zu verwenden, die weiterhin den Vorteil haben, daß sie einer mechanischen Bearbeitung durch Ätzprozesse zugänglich sind. Hierdurch lassen sich Strukturen mit geringen räumlichen Abmessungen erzeugen. Das verwendete Material erlaubt aber weiterhin auch noch die Integration zur Auswertung oder Verstärkung empfangener Signale dienende elektronische Schaltungen in den an der Glasfaser angreifenden Körper.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung empfiehlt sich eine Ausgestaltung, wie sie im Anspruch 2 beschrieben ist. Hierbei wird die Glasfaser senkrecht zur Ausdehnungsrichtung des Piezokörpers montiert, so daß nur geringe Längenänderungen des Piezokörpers genügen, um von dem ersten Zustand in den zweiten Zustand zu gelangen. Die benötigten Längenänderungen hängen ab von der Art, der verwendeten Glasfaser. Während bei Monomodefasern der Kerndurchmesser ungefähr 8 bis 10 µm beträgt (Felddurchmesser ungefähr = 10 µm), beträgt der Kerndurchmesser bei einer Multimodefaser (d. h. Gradientenfaser) etwa 50 µm, so daß der Felddurchmesser über 50 µm liegt.

Ein besonders einfacher Aufbau ergibt sich nach der in Anspruch 3 aufgeführten Merkmalskombination, wobei die erste Faser gegenüber einer zweiten ortsfesten Faser in Längsrichtung des Piezokörpers um einen Betrag bewegt werden muß, der über dem größeren Felddurchmesser der beiden gegenüberliegenden Glasfasern liegt.

Sollen die beiden gegenüberliegenden Glasfasern eine besonders große Strecke relativ zueinander versetzt werden können, so empfiehlt sich eine Ausgestaltung nach Anspruch 4, bei der die beiden Fasern zueinander gegenläufig seitlich versetzt werden. Bei der Verwendung hinreichend großer Spannungen können hier Relativverschiebungen erreicht werden, die über dem Manteldurchmesser der Glasfaser (125 µm) liegen. Die genannte Konstruktion ist aber auch verwendbar, wenn an die Piezokörper entsprechend geringe elektrische Spannungen angelegt werden sollen.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist aber auch für die Verwendung bei Umschaltern der eingangs genannten Art anwendbar, zumal wenn man eine Ausgestaltung nach Anspruch 5 anwendet. Ein derartiger Umschalter ist auch dann noch gegeben, wenn man auf die dritte Glasfaser verzichtet. Anstelle der vierten Glasfaser kann auch ein anderer Empfänger, wie beispielsweise eine Diode oder ein Fototransistor angeordnet sein.

Das wahlweise aus Quarz oder Keramik bestehende Material des Piezokörpers läßt es zu, die für die gering-

fügigen Abmessungen der Glasfasern notwendigen Befestigungsstellen mittels der an sich bekannten Ätztechnik herzustellen, wie sie auch beispielsweise bei der Fertigung mikroelektronischer Bauelemente, wie beispielsweise IC's und ähnliches angewendet wird. Im Rahmen dieser Maßnahme empfiehlt sich die Anwendung der im Anspruch 6 beschriebenen Merkmale, gemäß denen die Glasfasern durch entsprechende Befestigungslöcher in den Piezokörper, bzw. den Grundkörper geführt und dann durch Klebstoff arretiert werden.

Die Erfindung schafft weiterhin gemäß Anspruch 7 die Möglichkeit, den Strahlengang anstelle aus der ersten Glasfaser aus dem Umkehrspiegel heraustreten zu lassen, der räumlich gesehen an der Stelle des sendenden Endes der ersten Glasfaser angeordnet wird. In diesem Falle ist es möglich, die Glasfaser parallel zu dem Piezokörper ortsfest anzuordnen und den Strahlengang aus der Glasfaser durch den am Ende des Piezokörpers angeordneten Umlenkspiegel um 90° abzulenken, so daß der Übertragungsweg des zu übertragenden Strahles um 90° geknickt ist. Eine derartige Anordnung kann in vielen Fällen zu einer Raumersparnis führen.

Eine weitere Lösung gemäß der Erfindung kann darin bestehen, daß anstelle einer Parallelverschiebung der ersten Glasfaser oder der ersten und der zweiten Glasfaser die Biegefähigkeit der ersten Glasfaser ausgenutzt wird und daß das freie Ende dieser Faser durch ein Ausbiegen des Piezokörpers in geeigneter Weise ausgelenkt wird. Nähere Einzelheiten hierzu beschreibt Anspruch 8. Zur größeren Raumersparnis empfiehlt sich dabei eine ortsfeste Lagerung gemäß Anspruch 9, die im übrigen auch bei einer Anordnung gemäß Anspruch 7 zweckmäßig genutzt werden kann.

Eine Erleichterung in der Ausrichtung der Glasfaser bietet die Merkmalskombination nach Anspruch 10. Es kann aber zusätzlich auch noch die zweite Lage der Glasfaser durch einen entsprechenden zweiten Anschlag vorgegeben werden. Zur besseren Führung der Glasfaser durch den Piezokörper empfiehlt sich eine Ausgestaltung nach Anspruch 11.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Darin zeigt

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung einen Umschalter,

Fig. 2 den Umschalter nach Fig. 1 in geschnittener Seitendarstellung,

Fig. 3 und Fig. 4 die Darstellung eines Schalters mit zwei Piezokristallen, bei dem die beiden Glasfasern in gegenläufiger Richtung bewegt werden,

Fig. 5 und Fig. 6 in Seitenansicht und Draufsicht, die Verwendung eines Umlenkspiegels bei einem zum Teil geschnitten dargestellten Umschalter, und

Fig. 7 und Fig. 8 in teilweise abgebrochener und geschnittener Darstellung, die Verwendung eines sich biegenden Piezokörpers in einem Umschalter.

Fig. 1 zeigt einen Grundkörper 2, welcher zwei Öffnungen besitzt, durch welche die Enden 15 und 21 zweier Glasfasern 6 und 7 ragen. Am oberen Ende des winkelförmigen Grundkörpers 2 ist in geeigneter Weise ein Piezokörper 1 befestigt, der auf seiner Unterseite und Oberseite je einen elektrischen Anschluß in Form einer Elektrode 3 trägt. Die Elektroden 3 sind über Zuleitungen mit der Spannung 8 verbunden. Am freien Ende 13 des Piezokörpers 1 befindet sich ein Durchgangsloch, durch welches das Ende 11 einer ersten Glasfaser ragt. Zur Erzielung eines guten Übergangswiderstandes für den von der ersten Glasfaser 5 auf die zweite Glasfaser 6 zu übertragenden Strahlengang sollte der Abstand

zwischen den parallelen Stirnflächen der beiden Glasfasern möglichst gering sein. Die Glasfasern sind in den sie tragenden Durchgangslöchern durch Klebstoff 10 (siehe Fig. 2) arretiert. Fig. 1 zeigt in ausgezogener Darstellung den Zustand des Schalters beim Anlegen einer ersten Spannung 8 an die Elektroden 3. Wird nun eine zweite Spannung 8 an diese Elektroden angelegt, so ergibt sich der gestrichelt dargestellte zweite Zustand, in dem die erste Glasfaser 5 sich in Richtung des Pfeiles 9 bewegt, da unter der neuen Spannung sich der Piezokörper 1 in seiner Längsrichtung ausdehnt. In dem neuen zweiten Zustand liegt die erste Glasfaser 5 unmittelbar über der Stirnfläche am Ende 21 der dritten Glasfaser 7 in Fig. 1, so daß der Strahlenübergang jetzt von der sendenden Glasfaser 5 zur empfangenden Glasfaser 7 geht. Selbstverständlich können die Strahlungsrichtungen im Rahmen der Erfindung ohne weiteres umgekehrt werden, indem beispielsweise die Glasfasern 6 oder 7 senden und die gesendeten Strahlen von der Glasfaser 5 empfangen werden.

Da der Piezokörper aus Quarz oder Keramik besteht, ist er einer Bearbeitung durch Ätzzvorgänge zugänglich. So können beispielsweise in Fig. 1 nicht sichtbare Erhebungen, Nuten, Ausnehmungen und ähnliches zur Justierung der Befestigung des Endes 14 des Piezokörpers an dem Grundkörper 2 oder das Durchgangsloch zur Halterung der Glasfaser 5 am freien beweglichen Ende 13 durch Ätzzvorgänge gewonnen werden. Entsprechendes ist auch möglich für den Grundkörper 2, woweit ein geeignetes Material gewählt wird. Es ist aber auch möglich, parallel zu der ersten Glasfaser 5 eine dritte Glasfaser 20 anzuordnen, so daß die Glasfasern 5 und 6 bzw. 20 und 7 einander gegenüberliegen. In diesem Falle stellt die in Fig. 1 und 2 gestrichelt dargestellte Glasfaser 20 nicht die Lage der Glasfaser 5 im zweiten Zustand dar, sondern eine zur Glasfaser 5 parallel angeordnete dritte Glasfaser 20 wobei nur der erste Zustand des Schalters dargestellt ist. Im zweiten ausgelenkten Zustand wandert dann die Glasfaser 5 über die vierte Glasfaser 7, während dann die Glasfasern 6 und 20 keine gegenüberliegenden Fasern besitzen.

In den Fig. 3 und 4 ist dargestellt, wie die zweite Glasfaser 6 nicht in dem Grundkörper 2 ortsfest angeordnet ist, sondern analog zur Glasfaser 5 ebenfalls in einem Piezokörper. Dieser zweite Piezokörper 18 ist entsprechend dem Piezokörper 1 aufgebaut. Die von den Glasfasern abgewandten Enden der Piezokörper sind jeweils mit einem Grundkörper 20 ortsfest verbunden. Bei dem Übergang von dem ersten Schaltzustand in den zweiten Schaltzustand bewegen sich nun beide Glasfasern 5 und 6 aber in der gegenläufigen Richtung des Pfeiles 9. Nimmt man an, daß der Aufbau der Piezokörper und die Richtung der angelegten Spannungen so gewählt ist, daß der Schalter in seinem ersten Schaltzustand die in Fig. 3 gezeigte Lage einnimmt, so ist in Fig. 4 der zweite Schaltzustand dargestellt, bei dem durch Wahl entsprechender Spannungen die erste Glasfaser 5 nach rechts und die zweite Glasfaser 6 nach links ausgewandert sind. Eine derartige Ausgestaltung hat mehrere Vorteile. Zum einen ist der gleichartige Aufbau der beiden Piezokörper sehr gut für Serienfertigung geeignet. Das gleiche gilt für die Befestigung an dem Grundkörper und die Ausgestaltung der Lager für die Glasfasern 5 und 6. Zum anderen lassen sich sehr viel größere Relativbewegungen der beiden Glasfasern zueinander erreichen, oder anders ausgedrückt zur Erzielung der gleichen Relativbewegung braucht man erheblich geringere Spannungen. Selbstverständlich können die beiden Grund-

körper 20 zu einem gemeinsamen einstückigen Grundkörper vereint sein.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine andere Abwandlung des erfindungsgemäßen Schalters. Gegenüber Fig. 2 besteht hinsichtlich der Anordnung der Lichtwellenleiter im Grundkörper 2 nur der Unterschied, daß neben der in beiden Figuren vorhandenen Glasfaser 6 statt der Glasfaser 7 ein Bauelement 34 gezeichnet wurde, welches als Lichtsender oder Lichtempfänger dienen kann. Da aber die Glasfasern ebenfalls als Lichtempfänger und Lichtsender wirken können, macht diese Änderung für das erfinderische Prinzip keinen Unterschied.

Die von der zweiten Glasfaser 6 empfangenen Strahlen werden von der ersten Glasfaser 25 ausgesendet, von wo sie über einen Umlenkspiegel 23 die Glasfaser 6 erreichen. Der Weg der Strahlung verläuft im ersten Schaltzustand über die ortsfest mit dem Grundkörper 2 verbundene erste Glasfaser 25 in waagerechter Richtung zu dem Umkehrspiegel 23 und von dort in senkrechter Richtung zu der zweiten Glasfaser 6. Die ortsfeste Lagerung der ersten Glasfaser 25 durch Verkleben in einer Nut des Grundkörpers 2 ist aus Fig. 6 zu entnehmen. Mit dem Grundkörper sind weiterhin die beiden Schenkel des gabelförmigen Piezokörpers 1a ortsfest verbunden, an dessen geschlossenen Ende mit einem Neigungswinkel von etwa 45° der Umlenkspiegel 23 angebracht ist.

Während in dem ersten Zustand der ausgezogen dargestellte Umlenkspiegel den Strahlengang auf die Stirnfläche der Glasfaser 6 wirft, ist in dem zweiten Schaltzustand der Umlenkspiegel nach rechts ausgewandert (schraffierte Darstellung), in der der Strahlengang auf den Sender/Empfänger 34 gelenkt wird. Diese Bewegung des Umlenkspiegels geschieht wiederum durch die Längenausdehnung des Piezokörpers 1a infolge entsprechender an diesen Körper angelegter Spannungen, wobei hier allerdings die Elektroden und Zuführungsleitungen der Spannungen in Fig. 5 und 6 nicht dargestellt sind.

Die Fig. 7 und 8 zeigen eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der in einem Grundkörper 21 nicht nur die erste Glasfaser 5 sondern auch die Glasfasern 6 und 7 in geeigneter Weise befestigt sind. Mit dem Grundkörper 21 ist das ortsfeste Ende 33 des Piezokörpers 35 verbunden, zu dem, wie in Fig. 7 angedeutet, die Spannung 8 führt. Der Piezokörper 35 ist nun derart ausgestaltet, daß er sich beim Anlegen einer geeigneten Spannung verbiegt, wodurch sich sein freies Ende 36 nach oben krümmt und die Lage des Endes 27 der Glasfaser 5 entsprechend ändert. Während im Fig. 7 dargestellten ersten Zustand das Ende 27 der Glasfaser 5 dem Ende der Glasfaser 6 gegenüberliegt, liegt dieses Ende im zweiten Schaltzustand (siehe Fig. 8) dem Ende der Glasfaser 7 gegenüber. Um bei der Bewegung des freien Endes 36 des Piezokörpers 35 in Richtung des Pfeiles 9 die Oberfläche der Glasfaser möglichst wenig zu beschädigen, ruht diese in einer gabelförmigen Führung 39, welche senkrecht zu dem Ende 36 angeordnet ist.

Es empfiehlt sich, die Glasfasern 6 und 7 zueinander derart geneigt in dem Grundkörper 21 zu verankern, so daß ihre Stirnfläche jeweils senkrecht zu der Stirnfläche der ersten Glasfaser 5 in deren ersten bzw. zweiten Schaltzustand steht. Durch die Parallelstellung der jeweiligen Stirnfläche wird die Übertragungsdämpfung geringer gehalten.

Soweit der Keramikkörper 1 aus Quarz besteht, lassen sich in ihm gleichzeitig noch mikroelektronische Schaltungen in Form von Verstärkern oder Regelschalt-

kreisen integrieren. So kann beispielsweise ein derartiger Mikroschaltkreis als optisches Dämpfungsglied wirken, mit dem die Stärke der empfangenen Lichtstrahlung auf einen konstanten Pegel eingeregelt wird. Dies kann beispielsweise dann zweckmäßig sein, wenn mehrere erste Glasfasern zueinander parallel liegen und mit dem gleichen Strahlungspegel strahlen sollen. Dies kann beispielsweise gegeben sein, wenn in einem Lichtleiternetz ein bestimmter Strahlungspegel vorgesehen ist, oder wenn die im Laufe der Zeit sinkende Empfindlichkeit der Empfangsdioden durch eine Anhebung des Verstärkungspegels ausgeglichen werden soll. Eine andere Aufgabe einer derartigen Regelschaltung kann darin bestehen, die der Piezoschaltung zugeführte Spannung 8 derart auszuregeln, daß zwei Glasfasern jeweils in optimaler Weise einander gegenüberstehen. 15

Ebenfalls im Rahmen der Erfindung liegt es, den Piezokörper mit dem Grundkörper einstückig zu vereinen. Durch die angewendete Ätztechnik lassen sich komplizierte geometrische Konfigurationen ohne größere Schwierigkeiten herstellen. 20

Die größere Ausdehnungsfähigkeit von Piezokeramik läßt auch größere Auslenkungen der Glasfasern gegeneinander zu, so daß dieses Material besonders für Umschalter geeignet ist, bei denen der Mittelpunktsabstand der beiden zueinander parallelen Lichtleiter 6 und 7 mindestens 125 µm beträgt (Manteldurchmesser eines Lichtleiters). Soll dieser Abstand verringert werden, so ist zumindest ein Teil des Mantels zu entfernen. 25

30

35

40

45

50

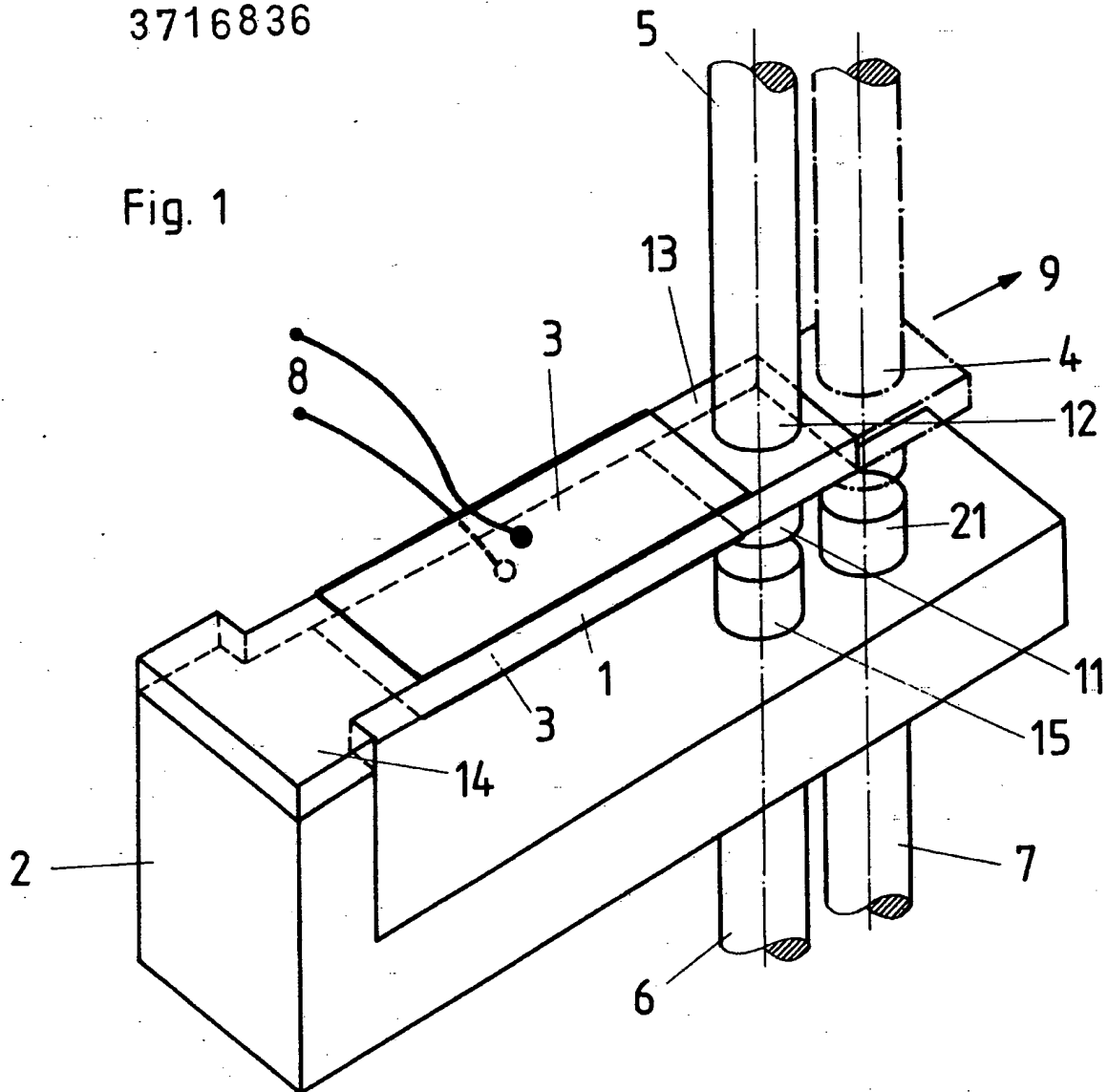
55

60

65

3716836

Fig. 1



3716836

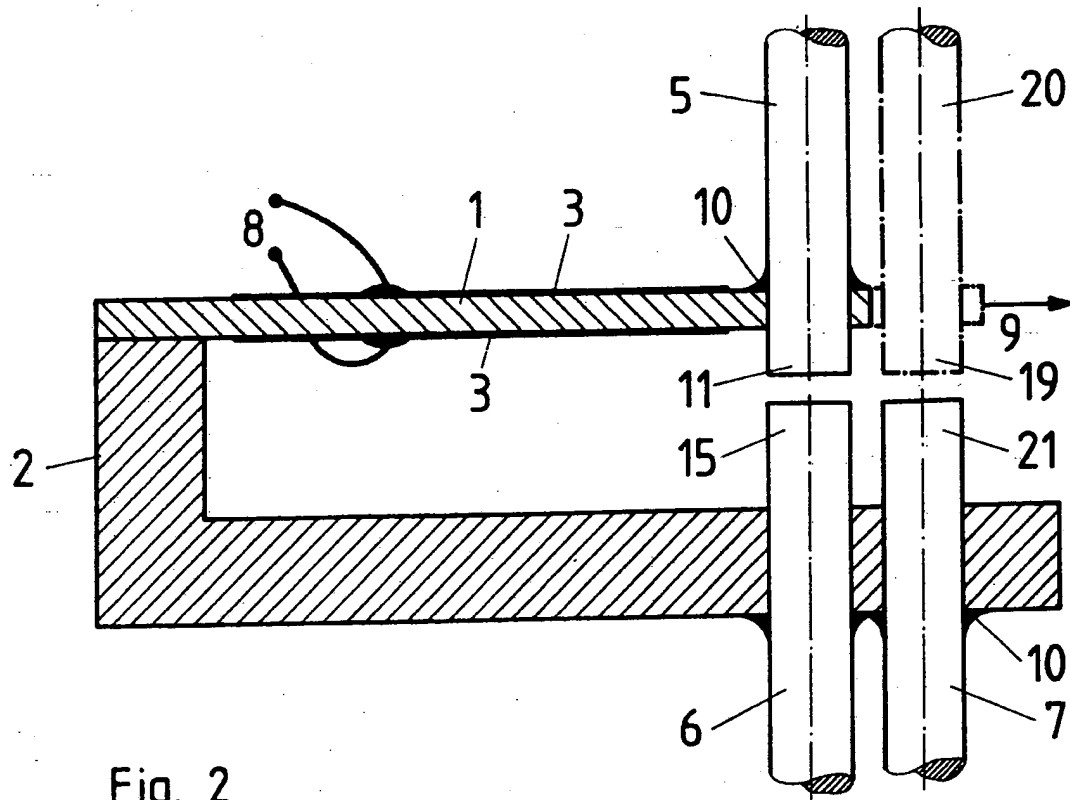


Fig. 2

3716836

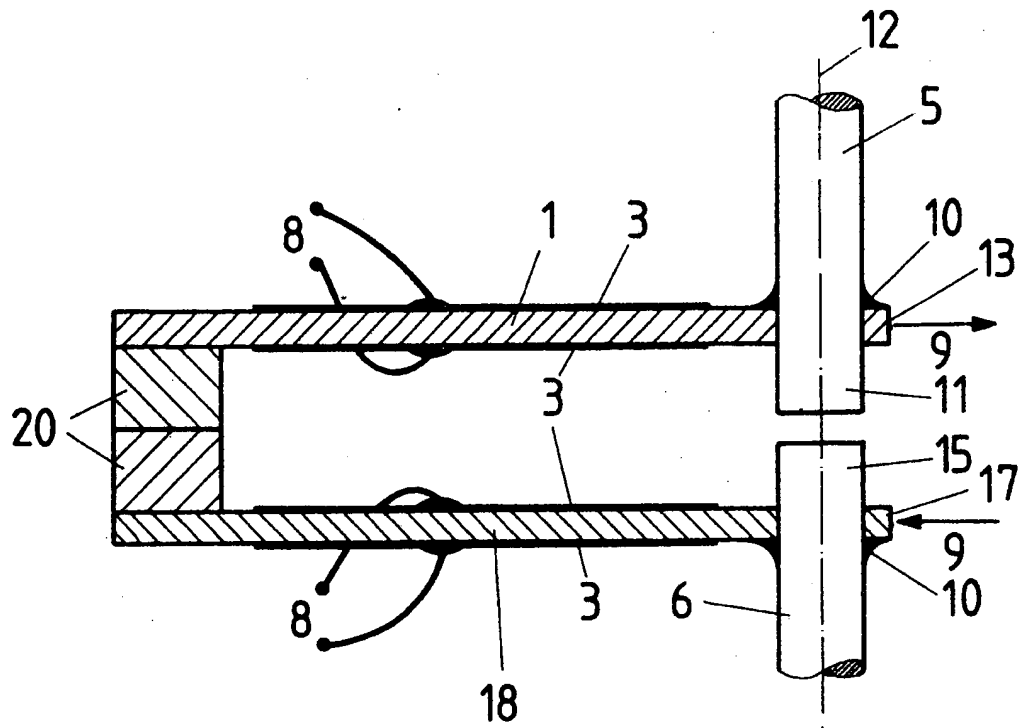


Fig. 3

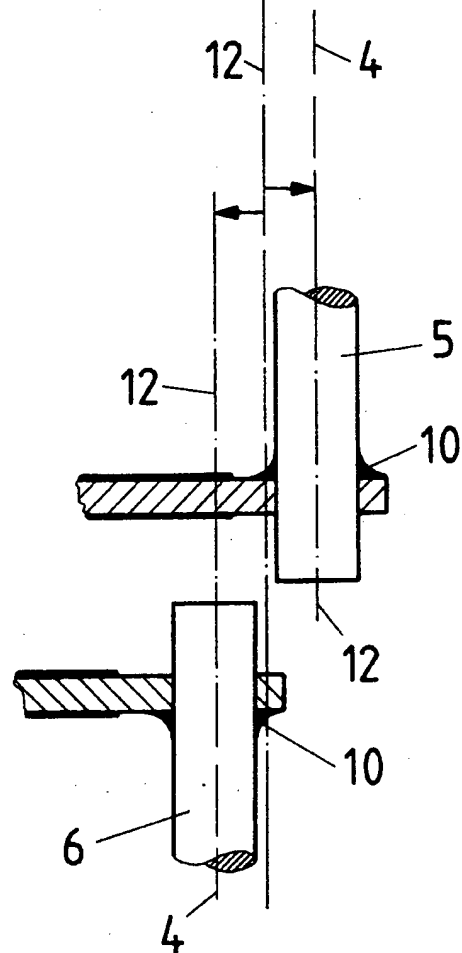


Fig. 4

3716836

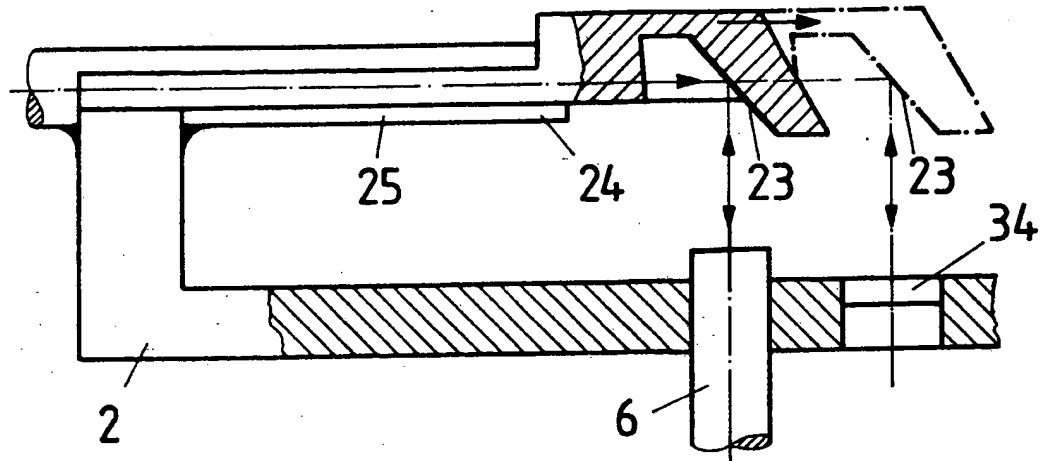


Fig. 5

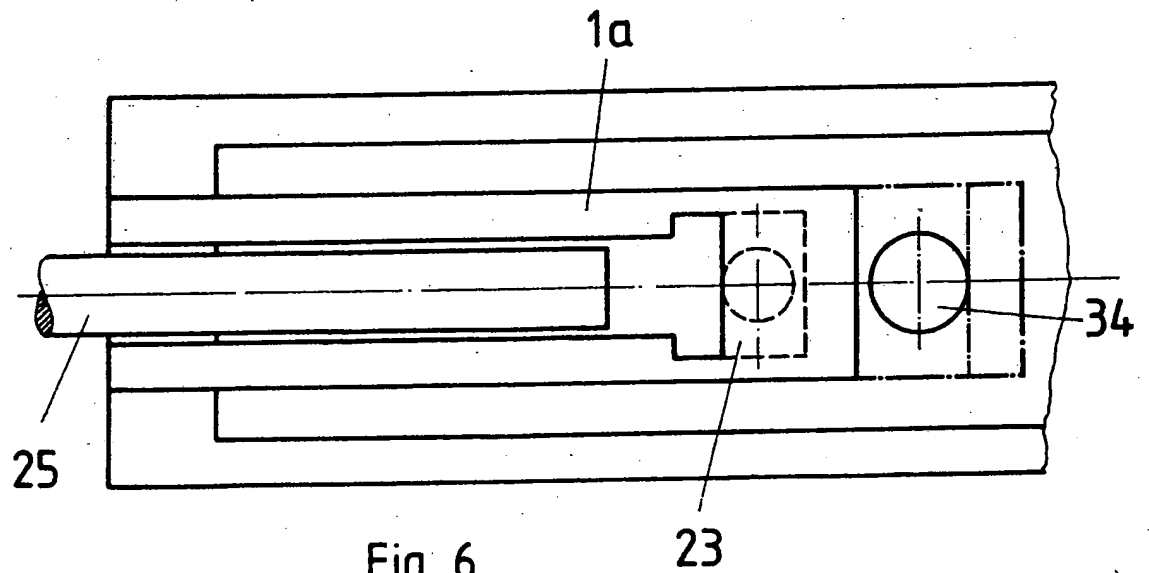


Fig. 6

3716836

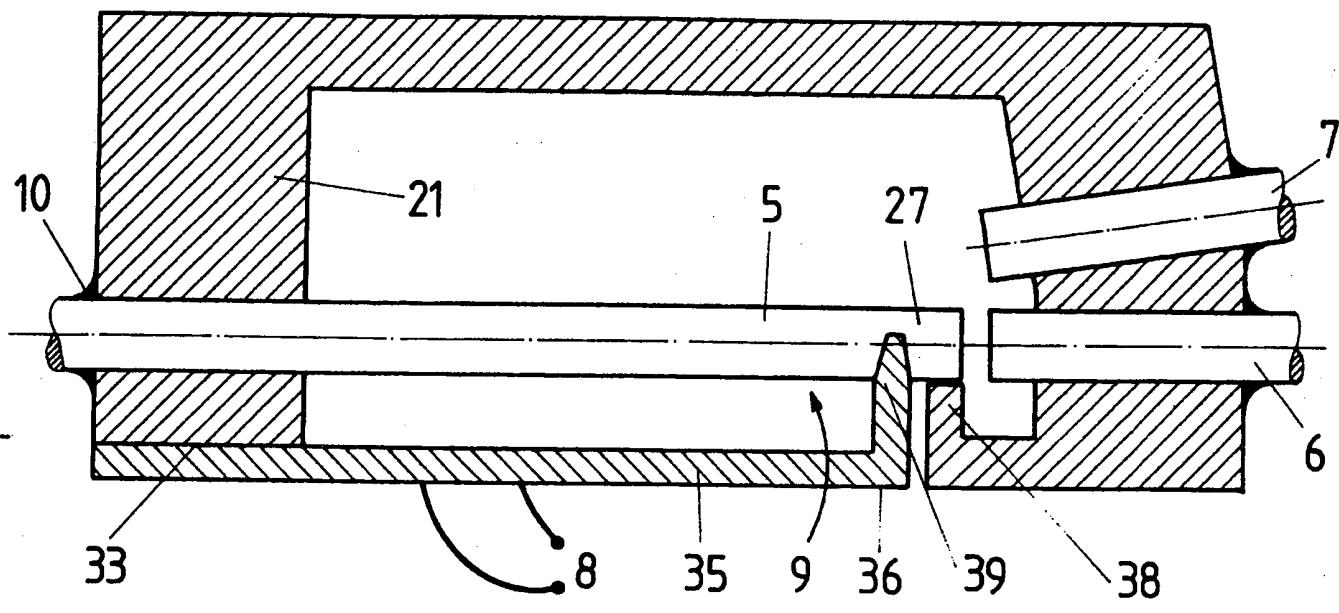


Fig. 7

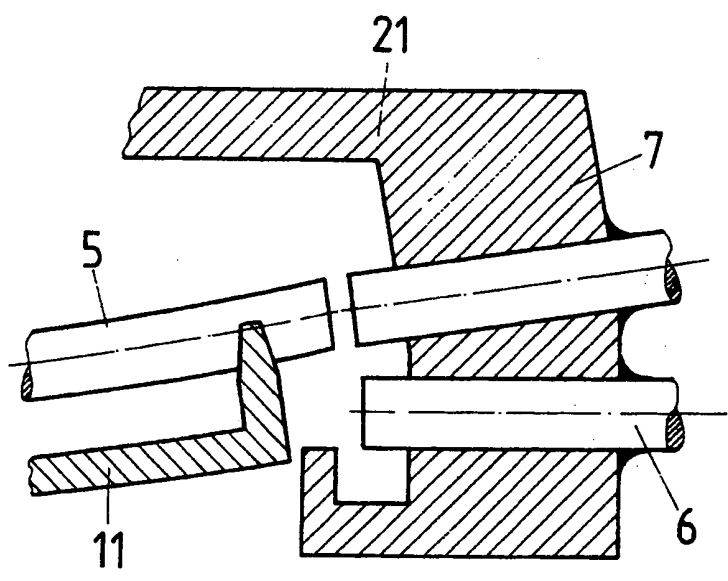


Fig. 8